



VaR corporativo: una aplicación en la industria petroquímica
colombiana

Laura Castañeda Sánchez

Natalia Severiche Calderón

Universidad EAFIT
Escuela de Administración
Maestría en Administración Financiera
Medellín
2019

VaR corporativo: una aplicación en la industria petroquímica
colombiana

Trabajo presentado como requisito parcial para optar al título de
Magíster en Administración Financiera

Laura Castañeda Sánchez¹

Natalia Severiche Calderón²

Asesor: Óscar Manco López

Universidad EAFIT
Escuela de Administración
Maestría en Administración Financiera
Medellín
2019

¹ lcasta13@eafit.edu.co

² nseveric@eafit.edu.co

Contenido

1. Introducción	6
2. Objetivos	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos específicos	7
3. Estado del arte	8
3.1 Casos aplicados	12
4. Entorno empresarial	14
4.1 Variables de riesgo	14
5. Metodología	17
5.1 Petróleo	17
5.2 Libor (tres meses)	18
5.3 Tasa representativa del mercado (TRM)	19
6. Resultados	22
7. Conclusiones	26
8. Referencias	27

Índice de tablas

Tabla 1. Estadística descriptiva. Petróleo (2014-2018).....	17
Tabla 2. Estadística descriptiva. Libor (tres meses) (2014-2018)	18
Tabla 3. Estadística descriptiva. TRM (2014-2018)	19

Índice de figuras

Figura 1. Riesgos empresariales	8
Figura 2. Evolución. Petróleo (2014-2018)	18
Figura 3. Evolución. Libor (tres meses) (2014-2018)	19
Figura 4. Evolución. TRM (2014-2018)	20
Figura 5. Enka de Colombia S. A. Utilidad/pérdida neta (2019P)	22
Figura 6. Enka de Colombia S. A. Utilidad/pérdida neta (2020P)	23
Figura 7. Enka de Colombia S. A. Utilidad/pérdida neta (2021P)	23
Figura 8. Enka de Colombia S. A. Tornado de correlación (2019P)	24
Figura 9. Enka de Colombia S. A. Tornado de correlación (2020P)	24
Figura 10. Enka de Colombia S. A. Tornado de correlación (2021P)	25

Resumen

Este estudio estima el EaR (*Earnings at Risk*) para una empresa del sector petroquímico colombiano a través del impacto de sus principales variables macroeconómicas de riesgo: petróleo, Libor (tres meses) y tasa representativa del mercado (TRM) en sus principales indicadores financieros, dado un nivel de confianza para un período de tiempo proyectado entre 2019 y 2021 y tomando como base los resultados de 2017 y 2018. La metodología utilizada se basa en la definición de las distribuciones de probabilidad para las variables de riesgo, que serán aplicadas en el proceso de simulación Montecarlo, donde se determinará su impacto en los resultados financieros proyectados.

Palabras claves: riesgo corporativo, riesgo operacional, *Earning at Risk*, variables macroeconómicas, simulación Montecarlo.

Abstract

This study estimates the EaR (Earnings at Risk) for a company in the Colombian petrochemical sector through the impact of its main macroeconomic risk variables: oil, Libor (three months) and the representative market rate in its main financial indicators, given a level of confidence for a projected period of time between 2019 and 2021 and based on the results of 2017 and 2018. The methodology used is based on the definition of the probability distributions for the risk variables, which will be applied in the Montecarlo simulation process, where their impact on the projected financial results will be determined.

Keywords: Corporate risk, operational risk, earnings at risk, macroeconomic variables, Monte Carlo simulation.

1. Introducción

En años recientes se han desarrollado diferentes estudios que buscan analizar el impacto de los factores de riesgo en la rentabilidad de un portafolio cuando esta fluctúa en el mercado de valores, con el fin de determinar la máxima pérdida posible durante un período de tiempo y dado un intervalo de confianza, todo esto a través de la implementación del VaR (*Value at Risk*).

Con el propósito de entender cómo impacta la gestión de riesgos en los resultados financieros y operacionales de las empresas, nace el interés de esta investigación, que busca realizar una aproximación a la metodología implementada en el desarrollo del VaR para determinar así el impacto de esta gestión en diferentes indicadores financieros de empresas del sector real colombiano.

El análisis de la exposición al riesgo puede ser utilizado por los administradores a la hora de tomar decisiones estratégicas que les permitan garantizar la continuidad del negocio en el tiempo y la maximización de las utilidades.

Para la realización del modelo aplicado se tomarán las cifras reales de 2017 y 2018 de la empresa Enka de Colombia S. A. y las proyectadas para los siguientes tres años. Este modelo busca cuantificar el impacto de variables de riesgo como la tasa representativa del mercado (TRM), la tasa de interés (Libor tres meses) y los precios del petróleo, en los ingresos, costos y utilidades de la empresa. Los cambios en estas cuentas se reflejarán en los estados financieros –estado de resultados, balance y estado de flujo de efectivo.

Esta investigación se divide en las siguientes secciones: presentación de los objetivos; descripción de la literatura estudiada, donde se busca explicar el vínculo con la metodología que se va a desarrollar; y, finalmente, luego del estudio y el análisis del tema, las conclusiones.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Identificar el impacto que tiene la administración de las variables macroeconómicas en los resultados financieros de una empresa de la industria petroquímica colombiana.

2.2 Objetivos específicos

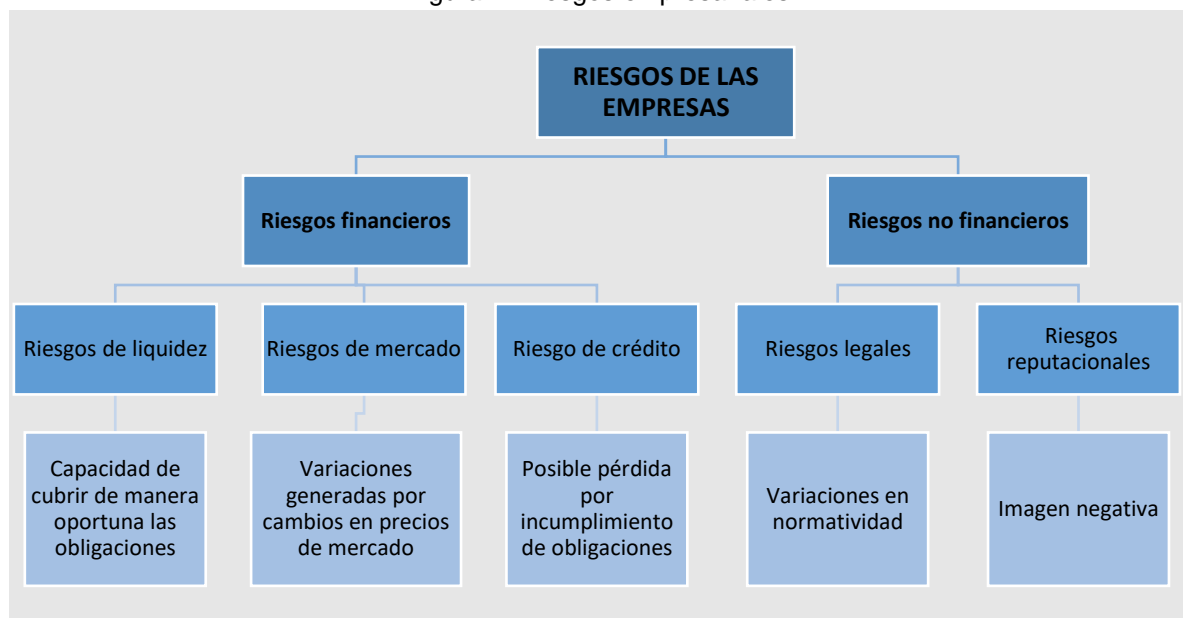
Determinar la relación de dependencia entre las variables macroeconómicas y los principales indicadores financieros de la empresa estudiada.

Desarrollar un modelo de evaluación del riesgo corporativo aplicado a una empresa del sector petroquímico colombiano que permita determinar el impacto de algunas variables macroeconómicas en sus resultados financieros.

3. Estado del arte

La Real Academia Española define *riesgo* como “1. m. Contingencia o proximidad de un daño. 2. m. Cada una de las contingencias que pueden ser objeto de un contrato de seguro” (2018). Dada esta posibilidad –el impacto negativo en los resultados esperados–, en los últimos años se ha estudiado este concepto con un enfoque en la rentabilidad del inversionista; sin embargo, en el ámbito corporativo, las empresas también pueden verse impactadas en su operación por diferentes tipos de riesgo, como se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Riesgos empresariales



Fuente: elaboración de las autoras.

Los constantes cambios a los cuales se ven enfrentadas las empresas en su día a día inciden de una u otra manera en su operación y su proceso de toma de decisiones estratégicas futuras.

Según León Cristancho y Trespalacios Carrasquilla,

La evolución de determinados indicadores macroeconómicos puede influenciar la evolución del sector en el que actúa, por lo cual cada sociedad debe escoger aquellos indicadores cuya evolución ha tenido o puede tener gran influencia en su entorno y, por lo tanto, en su futuro (León Cristancho y Trespalacios Carrasquilla, 2015).

Es así como el análisis del riesgo al cual se enfrentan las empresas no se ciñe solamente a su operación, sino además al entorno en el que estas desarrollan su negocio.

Según Medina Hurtado y Restrepo Morales (2013), el riesgo se define como “la posibilidad de que un evento determinado se presente en el futuro, ocasionando un daño o detrimento que afecte negativamente un objetivo específico”. La gestión y mitigación de los riesgos dentro de las empresas se ha convertido en uno de sus principales focos, por lo que los procesos de gestión de riesgos son una de las prioridades dentro de las actividades desarrolladas diariamente.

Las empresas, independientemente del sector económico en el que se encuentren, se enfrentan a diferentes tipos de riesgos que pueden afectar su operación, su gestión y hasta poner en riesgo su continuidad en el largo plazo. Según Meulbroek (2002), los riesgos se pueden organizar en siete categorías: operacional, el riesgo de mercado, el riesgo de insumos, el riesgo fiscal, el riesgo regulatorio, el riesgo legal y el riesgo financiero; estas categorías abarcan las amplias clases de riesgos que enfrentan la mayoría de las empresas.

- Riesgo operacional: “El riesgo de pérdida debido a las deficiencias o a las fallas de los procesos, el personal y los sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos” (Núñez Mora y Chávez Gudiño, 2010).
- Riesgo de mercado: las pérdidas posibles ante variaciones en los precios de mercado como las tasas de interés y la tasa de cambio, entre otros.
- Riesgo de insumos: riesgo inherente a la escases o sobreoferta de insumos productivos, los cuales pueden impactar la operación.
- Riesgo fiscal: la posibilidad de pérdidas por la alta volatilidad en las variables fiscales.
- Riesgo regulatorio: aquellos inherentes a los cambios en las políticas o regulaciones públicas que puedan afectar la operación u utilidad de una empresa.
- Riesgo legal: las variaciones en la normatividad que generan posibles pérdidas o impactos.
- Riesgo financiero: aquellos que tienen la capacidad de agrupar una variedad de riesgos que inciden tanto en la operación como en la capacidad de financiación e inversión de las empresas (Meulbroek, 2002).

El diseño correcto de políticas de gestión de riesgos les permitirá a las empresas adelantarse a los posibles impactos que se pueden presentar debido a su nivel de exposición y así generar ambientes más controlados y estables para el desarrollo de su operación, donde se busque mitigar el nivel de exposición al riesgo y a la

incertidumbre y, por ende, gestionar de forma ágil el impacto cuando se presenten tales exposiciones. Durst, Hintereggerb y Ziebac (2019) encuentran en su investigación que “el conocimiento de la administración de riesgo (*knowledge risk management*, KRM) mejora el desempeño organizacional y proveen evidencia empírica acerca de las consecuencias que tiene el KRM en los indicadores de desempeño empresariales.”

Adicionalmente, dada la importancia del entorno en el cual se desarrolla la empresa en estudio (Enka de Colombia S. A.), es significativo conocer el comportamiento que a través de los años ha venido presentado el sector al cual pertenece, así como el nivel de respuesta ante las variaciones de los ciclos económicos. Esto permitirá determinar los posibles impactos y comportamientos que se presenten en el futuro, ajustando sus planes para lograr alcanzar las estrategias de crecimiento planteadas.

Fatemi y Luft subrayan a través de dos hipótesis que las estrategias para la administración del riesgo corporativo deben ser diseñadas para maximizar el valor de una empresa:

- i. Las empresas deben comprometerse en actividades de gestión del riesgo si y solo si estas incrementan su valor, maximizando el valor para los accionistas.
- ii. Los administradores se esforzarán en maximizar el valor de las empresas a través de estrategias diseñadas para reducir los efectos de los factores de riesgo, siempre y cuando sus intereses estén alineados con los de los inversionistas (Fatemi y Luft, 2002, citados en Flórez Ríos y Moscoso Escobar, 2009a).

Luego de haber realizado el proceso de identificación de los riesgos a los que la empresa en estudio se encuentra expuesta, es necesario cuantificar el impacto que estos tendrán y analizar cómo las acciones de la administración y de los accionistas inciden en la gestión del riesgo.

A través de la historia se ha utilizado el VaR como un indicador para la medición del riesgo. Como fue mencionado, este fue aplicado inicialmente a las entidades financieras, utilizando su estimación de riesgo de pérdida potencial en sus portafolios y como definición del capital mínimo requerido dentro de ellas.

Operativamente, las empresas en su día a día utilizan diferentes indicadores que les ayudan a medir el estado de sus procesos, la eficiencia de estos y la generación o destrucción de valor. El flujo de caja, el EBITDA, las utilidades, entre otros, son solo algunos de los indicadores empleados en estos procesos de medición, por lo que a través de la historia se han empleado otros como medidas de evaluación del riesgo, entre ellos el CFaR (*Cash Flow at Risk*), el EaR (*Earnings at Risk*) y el EBITaR (*EBITDA at Risk*).

Dado el éxito del VaR en la medición del riesgo en las entidades financieras y buscando una metodología que se ajustara a las no financieras, se desarrollaron nuevas metodologías que permitían alcanzar el mismo nivel de estudio. La medición encontrada fue el CFaR, definido como el valor mínimo probable en la distribución de probabilidad de los flujos de caja de una empresa dentro de un horizonte de tiempo predeterminado y dado un cierto nivel de confianza.

Según Flórez Ríos y Moscoso Escobar (2009b), el CFaR puede ser usado para identificar los riesgos de mercado asociados a los cambios en los precios de los *commodities* y las tasas de cambio y de interés, brindándoles a las empresas una oportunidad de gestión y mitigación del riesgo en su operación y, por tanto, realizar una medición de los posibles indicadores de generación de valor.

Por esta razón, el estudio del estado de los flujos de efectivo en las empresas permite conocer su capacidad de generación de efectivo y los usos que se le dan a este, además de conocer las necesidades de financiación, los usos del dinero en pro de las estrategias corporativas y el cumplimiento de las metas de caja propuestas, dado el cambio en los diferentes factores de riesgo.

La forma adecuada de analizar el comportamiento de los factores que influyen en las mediciones de riesgo anteriormente descritas es a través del entendimiento de sus procesos estocásticos, definidos como la evolución de un grupo de variables determinadas por una distribución de probabilidad y dado un momento del tiempo.

Es así como a través de los procesos estocásticos se puede simular el comportamiento en el tiempo de variables como las tasas de interés y de cambio y el precio de los *commodities*, que tienen una alta incidencia en los resultados operacionales y financieros de las empresas (Wiedemann, Hager y Roehrl, 2003). Un acercamiento a esta metodología se puede hacer a través del estudio del comportamiento los ingresos y gastos que afectan los estados financieros y el flujo de caja.

Una vez se definen las distribuciones de probabilidad para cada una de las variables declaradas como factores de riesgo se realiza la simulación Montecarlo, definida como una técnica que a través de la creación de variables aleatorias permite un acercamiento a la realidad y a un posible escenario que se esté estudiando; en otras palabras, la simulación Montecarlo faculta la modelación de los procesos estocásticos asociados a los factores de riesgo. Las bondades de esta simulación residen en el hecho de que permite incorporar una amplia cantidad de variables, su comportamiento en el tiempo y la integración de ellas, con diferentes distribuciones de probabilidad.

3.1 Casos aplicados

Mackay y Moeller (2007) estudiaron el posible valor de la gestión del riesgo corporativo para compañías pertenecientes a la industria de refinación de petróleo, donde mostraron cómo la administración del riesgo agrega valor en aquellos casos en los que los ingresos y los costos están directamente relacionados con diferentes factores de riesgo. Como un aspecto fundamental para el análisis y las proyecciones futuras, estos autores encontraron que las coberturas presentes de una empresa podrían sesgar sus resultados; asimismo, demostraron que el mercado recompensa a aquellas empresas que se cubren cuando la cobertura crea valor y penaliza a aquellas que se cubren cuando la cobertura lo destruye, y terminan concluyendo que, al menos para el sector refinador de petróleo, las estrategias de gestión de riesgo pueden incrementar y mejorar significativamente el valor de una empresa.

Mediante un indicador tipo VaR, Medina Hurtado y Restrepo Morales (2013) realizaron una estimación de la utilidad en riesgo de una empresa de transmisión energética, considerando dentro de su modelo las series de tiempo de diferentes variables macroeconómicas, que fueron seleccionadas debido al impacto en la generación de valor que estas presentaban en las distintas posiciones de la empresa; el análisis, la proyección y la modelación de las variables permitieron cuantificar los posibles impactos sobre sus utilidades y el flujo de caja y sirvieron como guía para la toma de decisiones. Luego de la modelación de cada una de las series de tiempo de las variables utilizadas, los autores realizaron un análisis del impacto que estas presentaban en los estados financieros de la empresa –estado de resultados y balance– y en el flujo de caja, identificando las cuentas que se veían afectadas por las variaciones de estas variables macro. Mediante simulaciones Montecarlo establecieron las distribuciones de probabilidad para los diferentes indicadores financieros y crearon posibles escenarios basados en las proyecciones de los estados financieros, generando varios análisis de sensibilidad que facilitaron el establecimiento de estrategias para la empresa y permitieron diseñar políticas y soluciones que mitigaran los riesgos a los cuales se encontraba expuesta.

Un segundo estudio desarrollado por los autores anteriores (Medina Hurtado y Restrepo Morales, 2013) hizo la proyección del indicador de riesgo operacional de una compañía perteneciente al sector textil en la que buscaban cuantificar las posibles pérdidas a causa de la volatilidad de variables macroeconómicas. Algunos de sus hallazgos reflejaron que la TRM era el principal factor de riesgo que impactaba el riesgo operacional, principalmente por el mayor volumen de ventas que la empresa realizaba en el exterior; y como segunda variable estuvo el IPC, debido a su alta relación con sus costos. Una de las limitaciones que encontraron

fue la falta de información adecuada y detallada para la modelación correcta de las variables y de los resultados futuros.

Este estudio facilita un acercamiento a una industria cercana al sector de la empresa en estudio, ya que el sector textil es uno de los principales actores dentro de las ventas y los posibles impactos para Enka de Colombia S. A.

4. Entorno empresarial

Este estudio analiza a Enka de Colombia S. A., una empresa perteneciente al sector petroquímico colombiano dedicada a la producción y comercialización de polímeros y fibras químicas de nylon y poliéster que se entregan a la industria en forma de gránulos, fibras, filamentos textiles e industriales y lona para llantas. Para la empresa, una diversificación adecuada y una gestión del riesgo serán la clave para establecer un proceso de planeación financiera más riguroso.

En 2018, sus ingresos operacionales fueron de COP 411.207 millones, con un incremento del 15 % con respecto al año anterior; el 46 % de estos, USD 64 millones, fueron alcanzados a través de sus exportaciones.

4.1 Variables de riesgo

Para el caso de Enka de Colombia S. A. existen diferentes variables de riesgo que inciden dentro de sus indicadores financieros. En este estudio se analizan el petróleo, las tasas de interés y la TRM, por ser las principales que inciden en los resultados de las empresas del sector petroquímico colombiano. A continuación, se establecen los criterios para la selección de las variables.

Petróleo

La empresa se encuentra expuesta al riesgo del precio de los bienes que adquiere para el desarrollo de sus operaciones y en muchos casos define las fórmulas de estos indexándolas a los precios internacionales. En el caso específico del petróleo, su estructura de costos se ve impactada por la volatilidad de su precio; por ejemplo, a diciembre de 2018, los costos de las ventas ascendieron a COP 352.045 millones, de los cuales el de las materias primas correspondió al 80 % de los costos totales, equivalentes a COP 80.156 millones.

En el caso de la industria petroquímica, los insumos se encuentran directamente indexados a las variaciones de los precios del petróleo. De esta manera, ante los incrementos en el precio del barril, se esperaría que los costos de las materias primas presentaran un comportamiento alcista y, asimismo, en momentos donde se presentara la situación contraria, las empresas podrían llegar a beneficiarse del menor costo en el que incurrirán en los momentos de compra, restándole presión a los márgenes.

Al validar cómo se modelan en el mundo los precios de los *commodities*, se encuentra que estos están dados por la relación entre la oferta y la demanda; esta

interacción se da diariamente en el mercado de valores. De este modo, las aproximaciones que se han dado para modelar los precios son similares a las de las acciones.

La aproximación inicial se da con el modelo de Black-Scholes, que permite generar una base inicial sobre el comportamiento del precio de los *commodities*; sin embargo, varios autores han demostrado que esta aproximación es susceptible de mejoras. Fischer Black (1976) encontró que la solución para modelar los precios de los *commodities* es a través de los precios *forward* y no de los precios *spot*, recalcando que los primeros son constantes durante la vida del contrato, mientras que los segundos cambian todos los días. En el caso de los productos agrícolas,

Los precios *spot* de los productos agrícolas subirán durante el período anterior a la cosecha, reflejando la escasez de los productos. Los precios *forward*, sin embargo, no subirán, porque son precios para entrega después de la cosecha y deben ser más bajos, anticipando la caída en los precios *spot* después de la cosecha (Fischer Black, 1976).

Por su parte, Prokopczuka, Stancuc y Symeonidis (2019) encontraron que “la volatilidad del mercado de los *commodities* se mueve paralelamente con la económica y con la incertidumbre financiera. Esta dependencia temporal es mayor en tiempos de recesión que durante las expansiones”.

Gracias a la naturaleza de los productos de Enka de Colombia S. A. y su “dependencia” de los derivados del petróleo –como la caprolactama y el poliéster–, los cambios o ajustes que se dan en los precios de los *commodities* pueden generar un evento de riesgo material; esto hace que estas fluctuaciones tengan un impacto directo sobre la estructura de costos de la empresa.

Tasas de interés

El nivel de endeudamiento actual de la empresa se encuentra indexado en el 100 % a la tasa Libor. Según el Banco de la República de Colombia (s. f.), la Libor (*London interbank offered rate*) es “la tasa de interés determinada por las tasas de los bancos que participan en el mercado de Londres”. Para Enka de Colombia S. A., las variaciones de las tasas de interés modifican el valor razonable de aquellos activos y pasivos que devengan una tasa de interés fija, así como los flujos futuros de los activos y pasivos referenciados a una tasa de interés variable.

Una variación en la tasa de interés impacta directamente el servicio de la deuda de la empresa según su comportamiento, encareciendo o abaratando los intereses comprometidos para cada una de las obligaciones financieras contratadas.

Dados los proyectos futuros que espera desarrollar la empresa en los próximos años, en los que se buscarán eficiencias en sus procesos productivos actuales y la incursión en nuevas líneas de trabajo, Enka de Colombia S. A. se verá obligada a incurrir en nuevos contratos de obligaciones financieras. Por lo tanto, es fundamental generar una proyección acertada de los futuros movimientos de las variables macroeconómicas que se esperan estudiar para poder así gestionar adecuadamente los impactos que estos generarán en sus indicadores financieros.

Tasa representativa del mercado (TRM)

Al recibir ingresos por ventas en mercados fuera de Colombia, estos están expuestos ante los cambios en la TRM, por lo que, en momentos de devaluación del dólar, su posición exportadora impacta positivamente su nivel de ingresos, mientras que, en momentos de revaluación, sus ingresos se ven disminuidos por los menores flujos de dinero recibidos.

Del mismo modo, como una forma de tener una cobertura ante la exposición al riesgo de cambio en la TRM, la empresa ha adquirido parte de su deuda en dólares, por lo que las variaciones de esta tasa impactarán su nivel de endeudamiento, abaratando o encareciendo sus obligaciones. Al cierre de 2018, Enka de Colombia S. A. contaba con un saldo de obligaciones financieras en moneda extranjera por valor de COP 51.242 millones.

Según la empresa, los riesgos de tasa de cambio corresponden principalmente a las siguientes transacciones:

- Exportaciones en dólares
- Ventas indexadas a dólares
- Ventas atadas a la TRM del mes anterior
- Compra de materias primas en dólares
- Endeudamiento denominado en moneda diferente a la cual están indexados sus flujos

5. Metodología

La modelación de las series de tiempo de las variables de riesgo que se analizan en esta investigación se realiza partiendo de las distribuciones de probabilidad ajustadas de cada una, para lo cual se efectuará el análisis estadístico del comportamiento de estas durante los últimos cinco años (2014-2018).

Es importante anotar que, para los precios de petróleo y TRM,

Desde el punto de vista económico, la rentabilidad logarítmica podría ser más significativa que la rentabilidad aritmética, porque ello asegura que el precio del recurso nunca será negativo como ocurre normalmente en el mercado. Por el contrario, si se asume normalidad para las rentabilidades aritméticas, se permite que el comportamiento de los precios sea negativo (Medina Hurtado y Restrepo Morales, 2013).

5.1 Petróleo

Dada la estrecha relación entre el petróleo y el costo de las materias primas de Enka de Colombia S. A., esta variable se convierte en un factor fundamental al momento de analizar los comportamientos futuros de las utilidades de la empresa. Para el desarrollo de esta investigación se realizó el cálculo de la función de distribución de probabilidad de los rendimientos mensuales históricos de esta variable, tomando los datos del período comprendido entre 2014 y 2018.

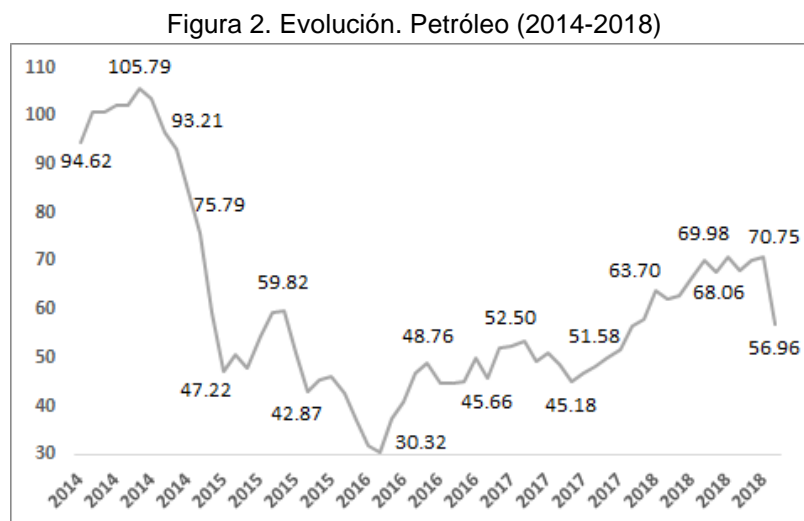
La Tabla 1 muestra los resultados encontrados del cálculo de la estadística descriptiva para el precio de petróleo.

Tabla 1. Estadística descriptiva. Petróleo (2014-2018)

Estadístico	Rendimiento aritmético	Rendimiento logarítmico
Media	60,182667	-0,010974
Error típico	2,561468	0,012256
Mediana	52,235000	0,009237
Desviación estándar	19,841047	0,094143
Curtosis	0,141362	0,254537
Coeficiente de asimetría	1,052364	-0,474106
Rango	75,470000	0,459392
Mínimo	30,320000	-0,245526
Máximo	105,790000	0,213866

Fuente: elaboración de las autoras.

La Figura 2 muestra el comportamiento histórico de los precios del petróleo durante el período de análisis. En ella se observa que luego de la caída de su precio que se presentó durante 2014 hasta principios de 2016, este ha presentado un comportamiento con tendencia al alza.



Fuente: elaboración de las autoras.

5.2 Libor (tres meses)

Dada la indexación de la deuda de Enka de Colombia S. A. a la Libor, para el desarrollo de esta investigación se tuvo en cuenta la misma serie histórica contemplada para el precio del petróleo.

La Tabla 2 muestra los resultados encontrados del cálculo de la estadística descriptiva para el comportamiento de los precios de la Libor.

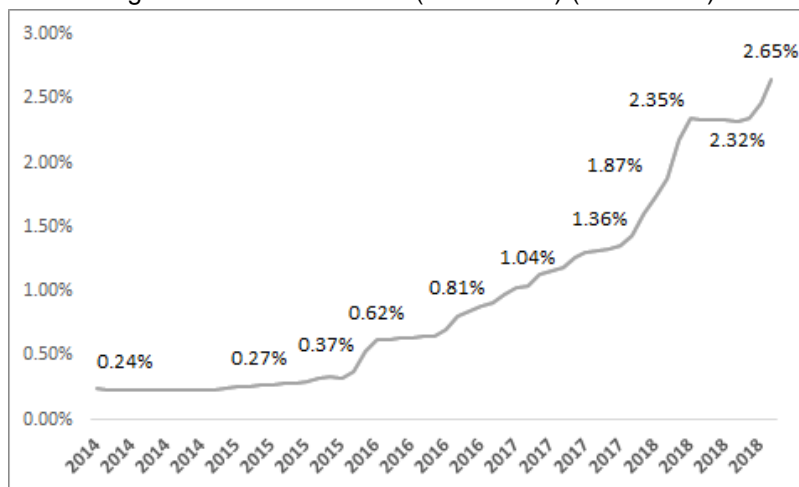
Tabla 2. Estadística descriptiva. Libor (tres meses) (2014-2018)

Estadístico	Rendimiento aritmético
Media	0,00973060
Error típico	0,00101211
Mediana	0,00673965
Desviación estándar	0,00783981
Curtosis	-0,48304379
Coeficiente de asimetría	0,87585927
Rango	0,02562782
Mínimo	0,00226245
Máximo	0,02789027

Fuente: elaboración de las autoras.

La Figura 3 muestra el comportamiento histórico de la tasa Libor durante el período de análisis; se observa que a través de los años esta ha ido aumentando paulatinamente.

Figura 3. Evolución. Libor (tres meses) (2014-2018)



Fuente: elaboración de las autoras.

5.3 Tasa representativa del mercado (TRM)

Finalmente, dada la exposición del negocio de Enka de Colombia S. A. a compras y ventas en el exterior, se extrajeron los precios de la TRM durante la misma serie histórica mencionada en las otras dos variables.

La Tabla 3 muestra los resultados encontrados del cálculo de la estadística descriptiva para el comportamiento de la TRM.

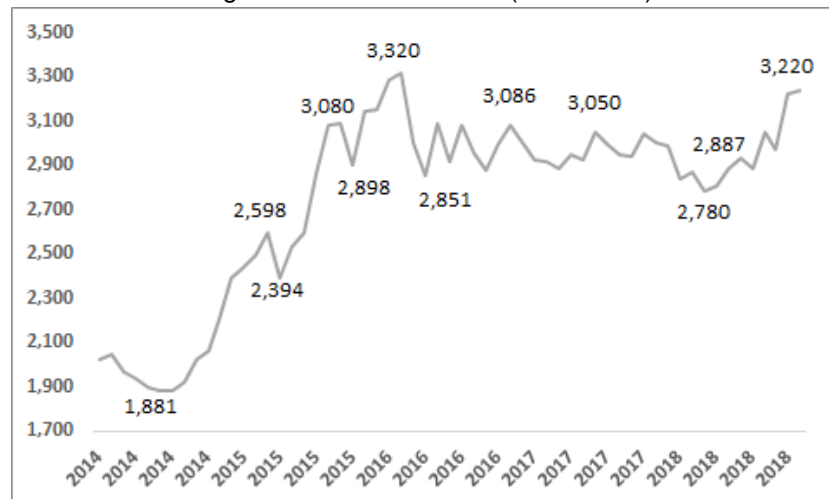
Tabla 3. Estadística descriptiva. TRM (2014-2018)

Estadístico	Rendimiento aritmético	Rendimiento logarítmico
Media	2,754,540333	0,008050
Error típico	54,094615	0,005545
Mediana	2,919,090000	0,004778
Desviación estándar	419,015089	0,042595
Curtosis	-0,278616	-0,105145
Coeficiente de asimetría	-0,995237	-0,073289
Rango	1,441,050000	0,197778
Mínimo	1,878,750000	-0,101082
Máximo	3,319,800000	0,096695

Fuente: elaboración de las autoras.

La Figura 4 muestra el comportamiento histórico de la TRM; se observa que desde mediados de 2014 hasta principios de 2016 la TRM tuvo un comportamiento al alza que se ha mantenido en menor magnitud hasta 2018.

Figura 4. Evolución. TRM (2014-2018)



Fuente: elaboración de las autoras.

El modelo browniano geométrico o *log-normal* atiende a modelos estocásticos de un factor, quedando estos representados por una ecuación diferencial estocástica de tipo [integral de] Itô que contiene en su formulación la tendencia y la volatilidad local del subyacente. La aleatoriedad se introduce en dicha ecuación mediante la derivada del movimiento browniano –o proceso estocástico de Wiener–, llamado “proceso de ruido blanco” (*white noise process*) (Pérez Fernández, 2015).

Por esta razón, para simular los procesos de comportamiento aleatorio de los precios del petróleo y la TRM se construyeron modelos *log-normales*, teniendo como base las series históricas de los precios de estas variables y donde, a través de un modelo browniano se incorpora un error aleatorio en la predicción –ruido blanco–, que se comporta como una distribución normal con media cero (0) y desviación estándar igual a uno (1), con probabilidad aleatoria.

Matemáticamente, el movimiento browniano o proceso de Wiener se desarrolla con la siguiente fórmula:

$$\{B(t; \omega): t \geq 0, \omega \in \Omega\}$$

Para el caso de la Libor se asume una distribución triangular en la que se define como parámetro mínimo el menor valor encontrado en la serie histórica analizada y el máximo como el mayor valor encontrado. Luego de modelar las variables de

riesgo –el petróleo, la Libor y la TRM– se procede a realizar una simulación Montecarlo a través de @RISK, para determinar la máxima pérdida probable dado un nivel de confianza en un período de tiempo, y así encontrar el impacto que las variables tienen sobre los resultados financieros de la empresa.

El impacto financiero se validará por medio del análisis del resultado de la utilidad/pérdida neta posible durante un período de proyección de tres años (2019-2021). Para realizar esta proyección se tuvieron en cuenta los resultados financieros reales de los períodos 2017 y 2018, que permitieron identificar las principales cuentas impactadas ante los posibles cambios de las variables de riesgo.

Para la modelación de la utilidad/pérdida neta se realizó una simulación Montecarlo con 10.000 iteraciones, con el fin de alcanzar la mayor convergencia posible de las diferentes variables asociadas al modelo.

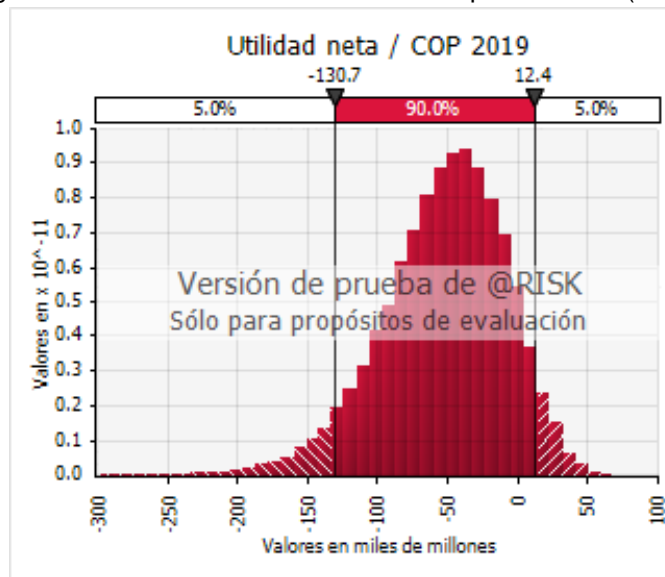
6. Resultados

Teniendo como insumo principal los estados financieros de Enka de Colombia S. A., empresa perteneciente a la industria petroquímica colombiana, que en el desarrollo de su operación presenta una alta exposición a variables macroeconómicas como los precios de las materias primas, las tasas de interés y el tipo de cambio, se logró proyectar y entender el impacto de estas en los rendimientos futuros de sus resultados financieros.

Mediante la cuantificación del EaR obtenido a través de la simulación Montecarlo se determinó el impacto de cada una de las variables de riesgo en la utilidad/pérdida de la empresa.

La Figura 5 muestra la utilidad/pérdida esperada para 2019; se observa que la máxima posible, con el 95 % de confianza, es de COP 78.491 millones.

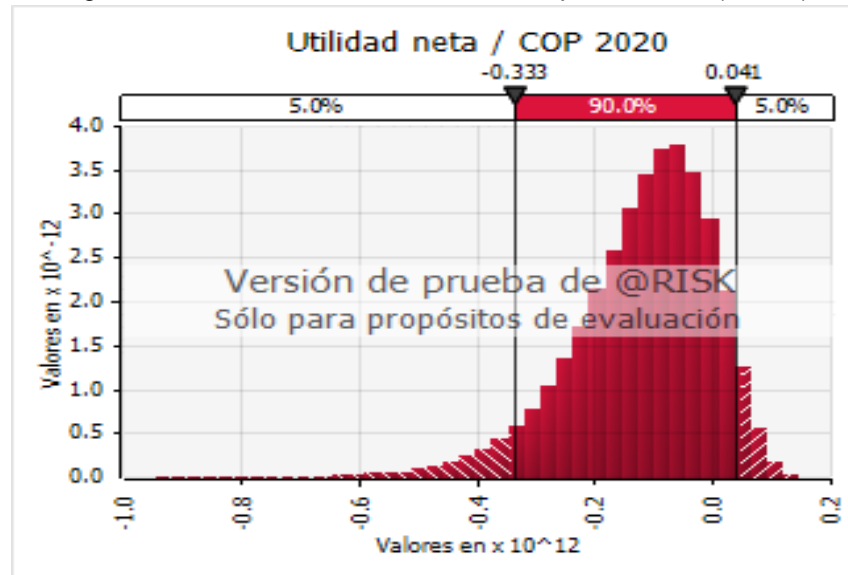
Figura 5. Enka de Colombia S. A. Utilidad/pérdida neta (2019P)



Fuente: elaboración de las autoras a partir de @RISK.

La Figura 6 muestra la utilidad/pérdida esperada para 2020; se observa que la máxima posible, con el 95 % de confianza, es de COP 216.554 millones.

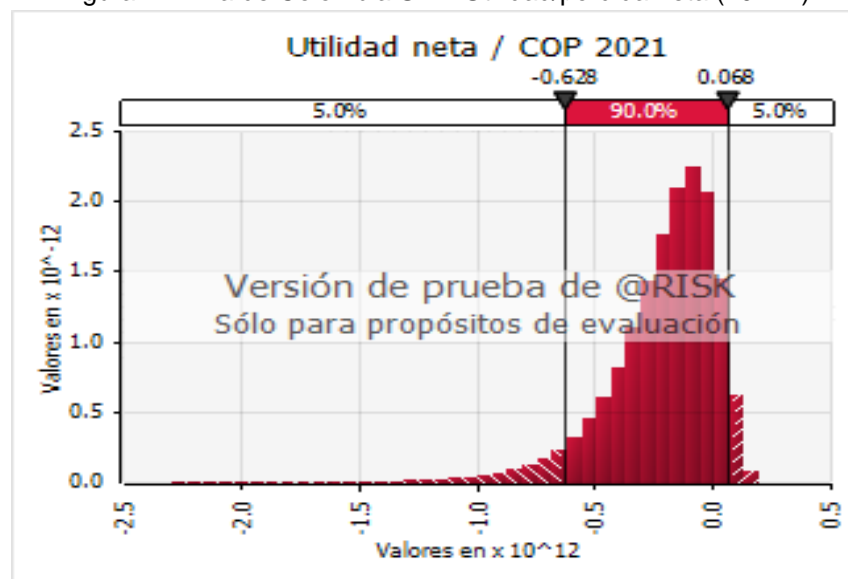
Figura 6. Enka de Colombia S. A. Utilidad/pérdida neta (2020P)



Fuente: elaboración de las autoras a partir de @RISK.

Finalmente, la Figura 7 muestra la utilidad/pérdida esperada para 2021; se observa que la máxima posible, con el 95 % de confianza, es de COP 425.331 millones.

Figura 7. Enka de Colombia S. A. Utilidad/pérdida neta (2021P)

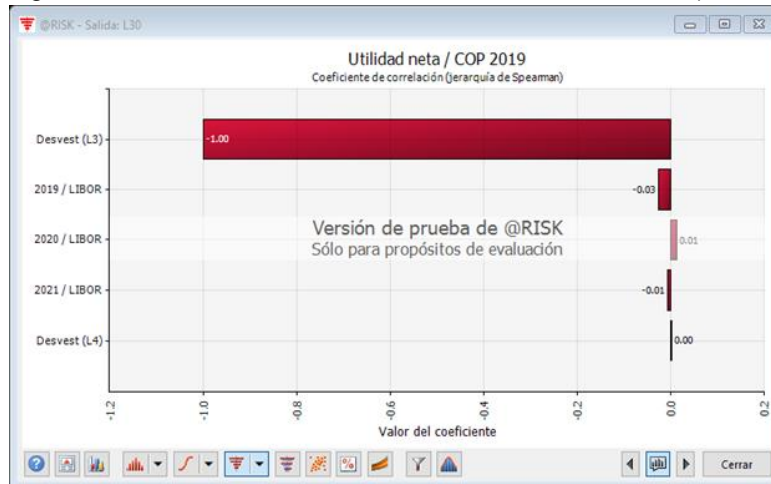


Fuente: elaboración de las autoras a partir de @RISK.

Asimismo, se observa la importancia de analizar la sensibilidad de las utilidades a través de la identificación de indicadores de correlación entre las variables de riesgo –el petróleo, la Libor y la TRM– y la utilidad/pérdida neta de la empresa; esto permitirá la creación de políticas más efectivas de mitigación de los riesgos a través de instrumentos financieros derivados como los *swaps*, los *forwards* y las opciones, que ayudarán a reducir los niveles de exposición a las variables de riesgo.

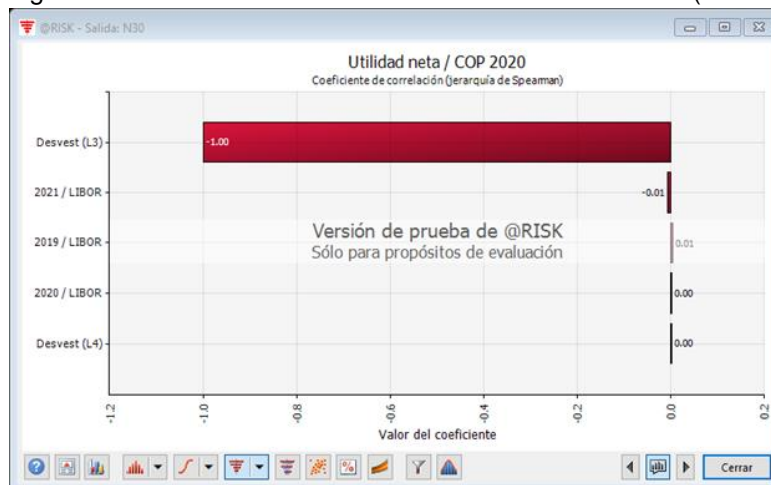
Las Figuras 8, 9 y 10 muestran los tornados de correlación entre los factores de riesgo y la utilidad/pérdida de la empresa; en ellas se observa que este resultado tiene una relación casi de 1 a 1 con la TRM. Para el desarrollo del modelo, la celda correspondiente a la TRM fue nombrada como DesvEst (L3).

Figura 8. Enka de Colombia S. A. Tornado de correlación (2019P)



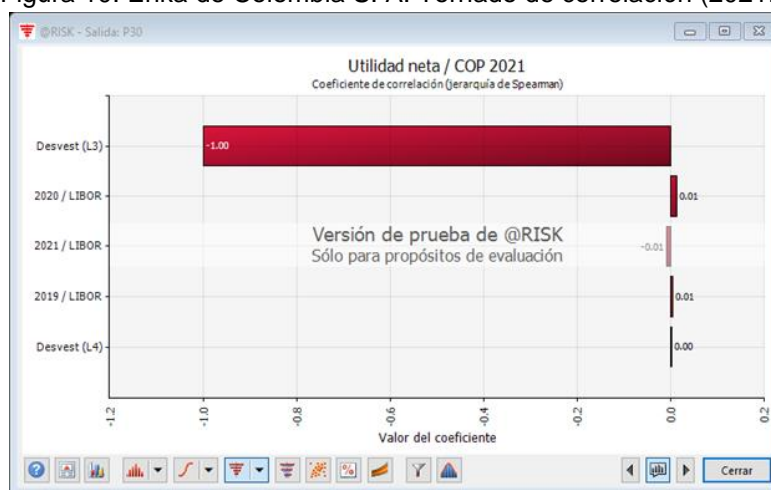
Fuente: elaboración de las autoras a partir de @RISK.

Figura 9. Enka de Colombia S. A. Tornado de correlación (2020P)



Fuente: elaboración de las autoras a partir de @RISK.

Figura 10. Enka de Colombia S. A. Tornado de correlación (2021P)



Fuente: elaboración de las autoras a partir de @RISK.

7. Conclusiones

El resultado principal de la investigación realizada sobre el impacto de las variables de riesgos en los resultados estados financieros de la empresa Enka de Colombia S. A. es la alta correlación (1: 1) que tienen la TRM y la utilidad/pérdida neta de la empresa; esto se debe a la alta dependencia de los ingresos, que, en su mayoría, están indexados al dólar, al igual que a los costos de las materias primas importadas y a los créditos en moneda extranjera.

El modelo desarrollado permite cuantificar el riesgo al que se ve expuesta la empresa y determinar la máxima utilidad/pérdida posible durante 2019, 2020 y 2021. Al analizar el resultado anual del EaR, dado un nivel de confianza del 95 %, se observa que este tiene una tendencia creciente en el tiempo.

Adicionalmente, se pudo realizar un análisis de sensibilidad de la utilidad/pérdida de la empresa ante posibles escenarios, donde se cuantificó el riesgo y la magnitud de la exposición en cada una de las variables.

Los resultados obtenidos permiten recomendar a los administradores de la empresa la inclusión dentro de su planeación estratégica del desarrollo de políticas de gestión de riesgo que permitan mitigar los riesgos a los cuales se pueden ver expuestos por su operación dado un horizonte de tiempo, para así maximizar sus utilidades. Dada la correlación entre estas y la TRM, se puede concluir que el uso de coberturas podría ser una práctica aconsejada.

8. Referencias

- Baaquie, B. E., Du, X. y Tanputraman, W. (2015). Empirical microeconomics action functionals. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 428, 19-37, junio, <https://doi.org/10.1016/j.physa.2015.02.030>
- Black, F. (1976). The pricing of commodity contracts. *Journal of Financial Economics*, 3(1-2), 167-179, enero-marzo, [https://doi.org/10.1016/0304-405X\(76\)90024-6](https://doi.org/10.1016/0304-405X(76)90024-6)
- Cárcamo Cárcamo, U. y Arbeláez López, J. (2008). Modelos de tiempo continuo para *commodities* agrícolas en Colombia. *AD-minister*, 11, 42-63, julio-diciembre. Disponible en <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/administer/article/view/565/1944>
- Chang, Y. J. (2006). *An application of earning at risk to assess corporate financial risk* [ponencia]. The 2006 Crystal Ball User Conference.
- Colombia, Banco de la República (s. f.). *Libor* [en línea]. Disponible en <http://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/libor>
- Durst, S., Hinteregger, C. y Zieba, M. (2019). The linkage between knowledge risk management and organizational performance. *Journal of Business Research*, 105, 1-10, diciembre, doi <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.08.002>
- Flórez Ríos, L. S. y Moscoso Escobar, J. (2009a). Metodología para la medición del valor en riesgo corporativo en las empresas colombianas. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 55, 203-221, julio-diciembre. Disponible en <https://pdfs.semanticscholar.org/60dc/4bbe441ac6787d44059290f83c6d0058e797.pdf>
- Flórez Ríos, L. S. y Moscoso Escobar, J. (2009b). Medición del valor en riesgo de los flujos de caja descontados. Aplicación a un caso empresarial. *AD-minister*, 15, 47-67, julio-diciembre. Disponible por descarga en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=322327246003>
- León Cristancho, S. J. y Trespalacios Carrasquilla, A. (2015). Factores macroeconómicos que influyen en la volatilidad del índice accionario Colcap. S. d. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/47250260.pdf>
- MacKay, P. y Moeller, S. B. (2007). The value of corporate risk management. *The Journal of Finance*, 62(3), 1379-1419, mayo, <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.2007.01239.x>
- Marshall, C. y Siegel, M. (1996). *Value-at-Risk: Implementing a risk measurement standard*. Filadelfia: The Wharton School, University of Pennsylvania. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/6649975.pdf>

- Medina Hurtado, S. y Restrepo Morales, J. A. (2013). Estimación de la utilidad en riesgo de una empresa de transmisión de energía eléctrica considerando variables económicas. *Cuadernos de Economía*, 32(59), 103-136, enero-junio. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/ceco/v32n59/v32n59a06.pdf>
- Meulbroek, L. K. (2002). *Integrated risk management for the firm: A senior manager's guide*. Disponible por descarga en https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=301331
- Núñez Mora, J. A. y Chávez Gudiño, J. J. (2010). Riesgo operativo: esquema de gestión y modelado del riesgo. *Análisis Económico*, 25(58), 123-157. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/413/41313083007.pdf>
- Pérez Fernández, D. D. (2015). *Cálculo estocástico en finanzas: aplicación del modelo browniano geométrico para la predicción del activo subyacente FCC.MC en el IBEX 35* [tesis de doctorado, Universitat Politècnica de València]. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53372/P%C3%89REZ%20-%20C%C3%81LCULO%20ESTOC%C3%81STICO%20EN%20FINANZAS%203A%20APLICACI%C3%93N%20DEL%20MODELO%20BROWNIANO%20GEOM%C3%89TRICO%20PARA%20LA%20PREDI....pdf?sequence=1>
- Prokopczuk, M., Stancu, A. y Symeonidis, L. (2019). The economic drivers of commodity market volatility. *Journal of International Money and Finance*, 98, 102063, <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2019.102063>
- Real Academia Española (2018). *Diccionario de la lengua española* (22.^a ed.) [en línea]. Disponible en <https://dle.rae.es/?id=WT8tAMI>
- Restrepo, J. A. y Medina Hurtado, S. (2014). Estimación del riesgo operativo bajo ambiente de incertidumbre: estudio de caso. *Revista Internacional Administración & Finanzas*, 7(7), 39-54. Disponible en <http://www.theibfr2.com/RePEc/ibf/riafin/riaf-v7n7-2014/RIAF-V7N7-2014-3.pdf>
- Wiedemann, A., Hager, P. y Roehrl, A. (2003). *Integrated risk management with cash-flow-at-risk/earnings-at-risk methods*. S. d. Disponible en https://www.risknet.de/uploads/tx_bxlibrary/Wiedemann-Cash-Flow-at-Risk.pdf